Анализ низкочастотных колебаний в технологическом контуре системы мониторинга переходных режимов

Родионов А.В., Попов А.И., Бутин К.П.

ООО «Инженерный центр «Энергосервис»



Введение

- Переходные процессы, обусловленные динамическими свойствами ЭС, могут сопровождаться развитием колебаний параметров режима, особенно опасных, когда их частота приближается к собственным частотам ЭС.
- СМПР обеспечивает технологическую возможность исследования колебательных процессов, оперативного реагирования на них и принятия мер по недопущению их повторного возникновения.
- Обнаружение, идентификация и классификация возмущений могут выполняться как централизованно, так и **на уровне энергообъекта**.
    - Во втором случае поиск источников трансформируется в задачу **оценивания роли** объекта в развитии негативного процесса и выявления дестабилизирующего узла.
- **ES-PDC/LFO** - модуль расчёта и событийного анализа НЧК в составе **КСВД ES-PDC**.

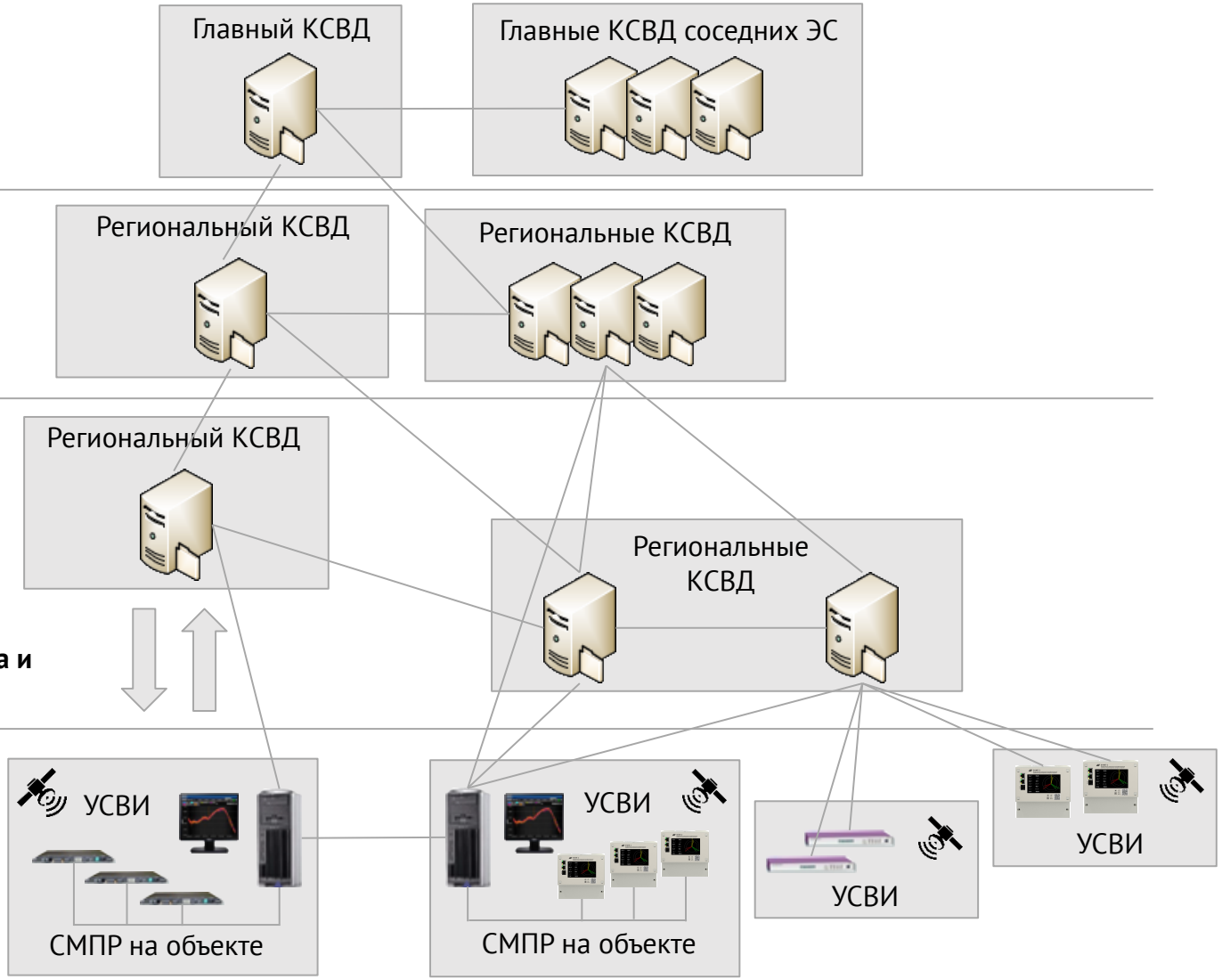
СМПР России

Уровень ЦДУ

Уровень ОДУ
7 филиалов

Уровень РДУ
14 филиалов

Приложения:
- Мониторинг работы АРВ и СВ
- Оценивание состояния э/э режима
- Мониторинг работы генерирующего и сетевого оборудования
- Мониторинг инерции энергосистемы
- Мониторинг и идентификация источника НЧК
- Верификация расчетных моделей
- Расчет параметров схемы замещения ЛЭП



Уровень объекта
более 150 объектов
порядка 1200 УСВИ

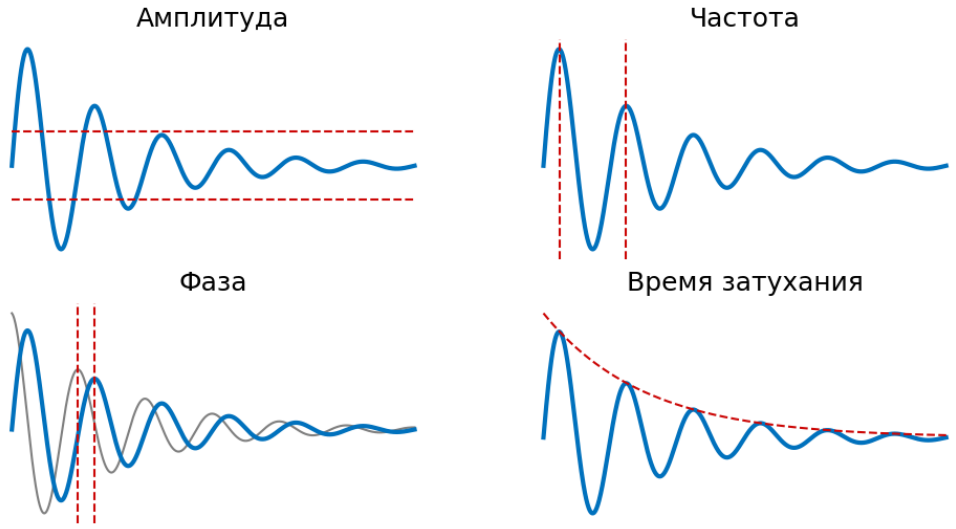
Приложения:
- СМСР

Задача мониторинга НЧК

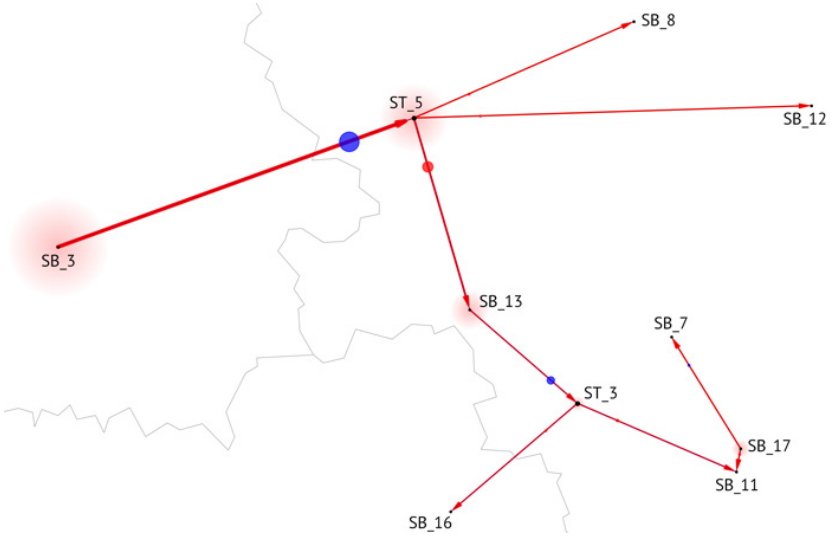


Выявление высокоамплитудных устойчивых (плоходемпфируемых) низкочастотных колебаний.

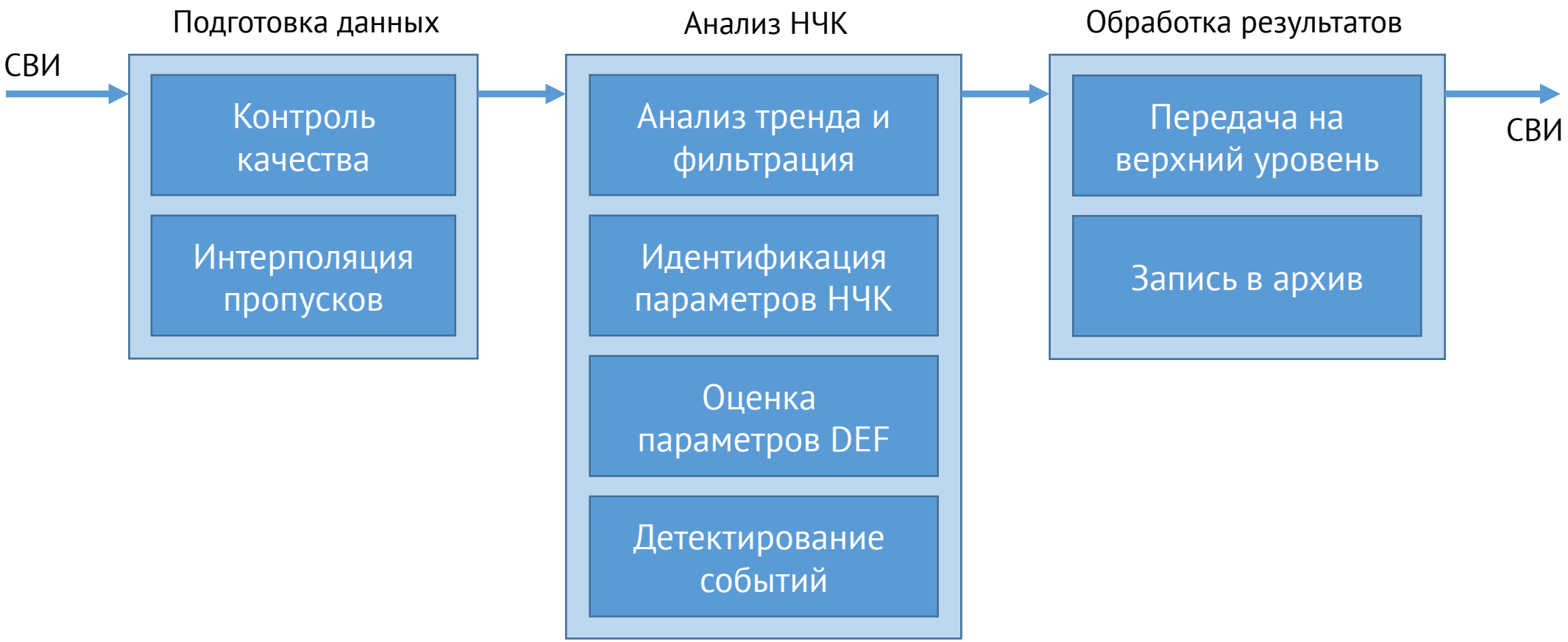
Применение СВИ → вычисление параметров НЧК и поиск источника в режиме реального времени



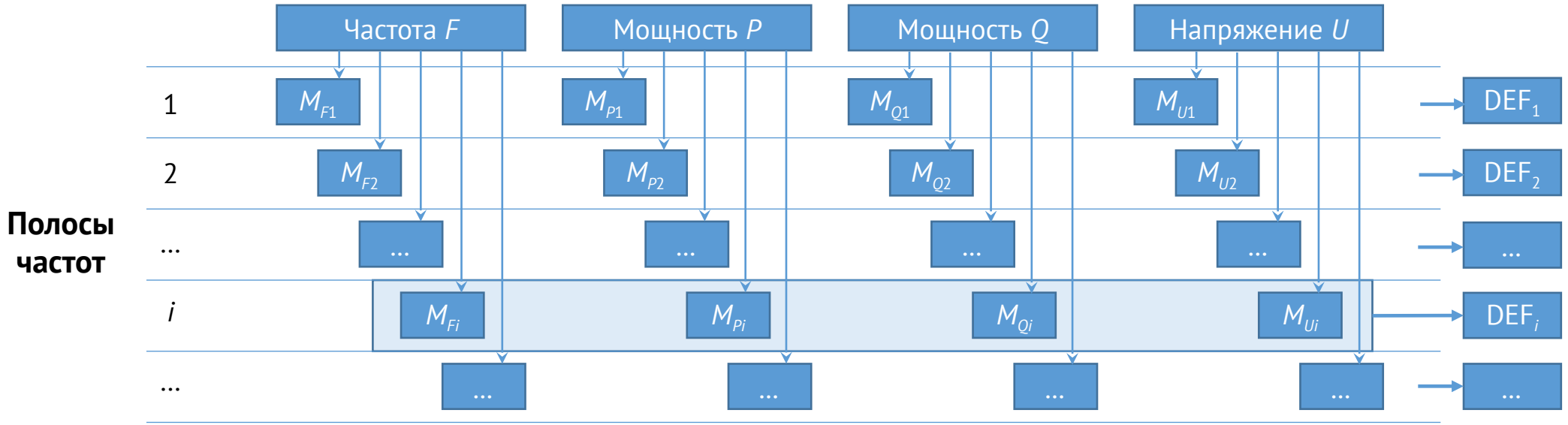
Поиск источника



Общая схема обработки данных

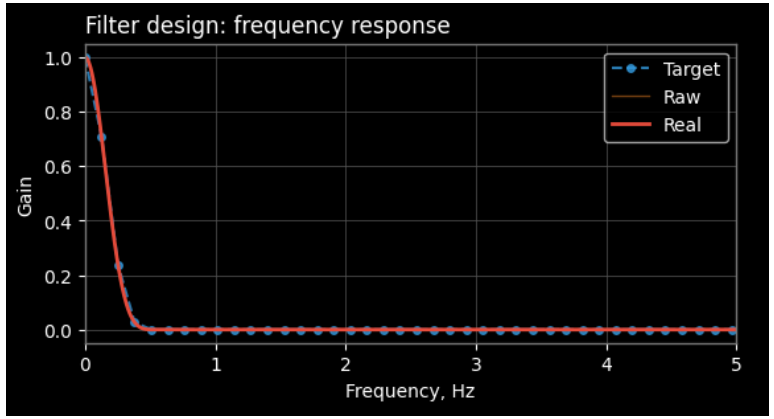


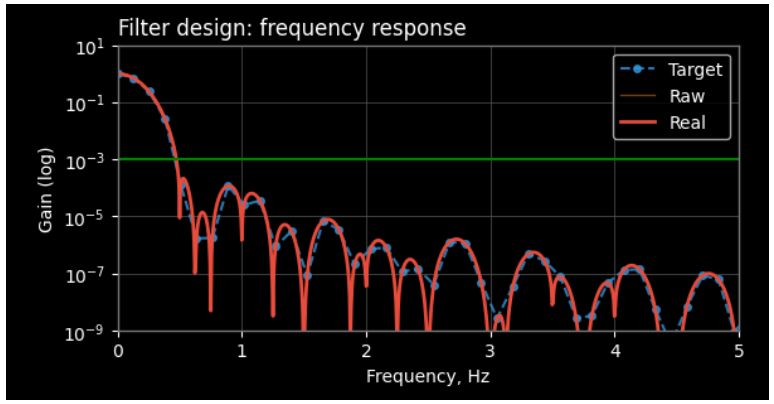
Обработка сигналов НЧК



- Для входных величин F, P, Q, U выполняется фильтрация в заданных полосах частот
  и вычисляются параметры M_{Fi}, M_{Pi}, M_{Qi}, M_{Ui} колебаний.
- По совокупности мод для каждой полосы проводится оценка диссипативной энергии колебаний (DEF).

Цифровая фильтрация сигналов

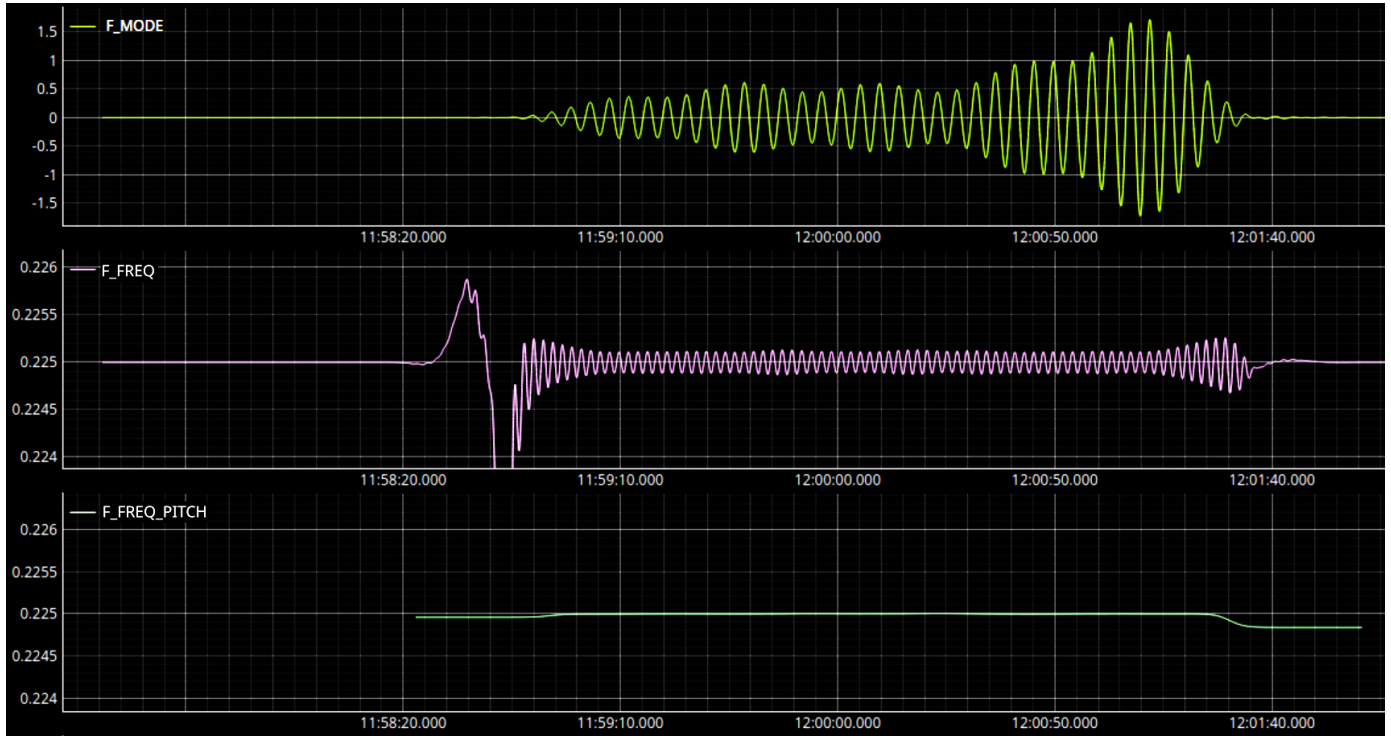




- Применяется для выделения тренда, извлечения колебательных составляющих (мод) и демодуляции
- Разработаны специальные фильтры, обеспечивающие заданный уровень подавления нежелательных гармонических составляющих сигнала
- Коэффициенты фильтров рассчитываются автоматически в зависимости от задаваемых в конфигурации параметров

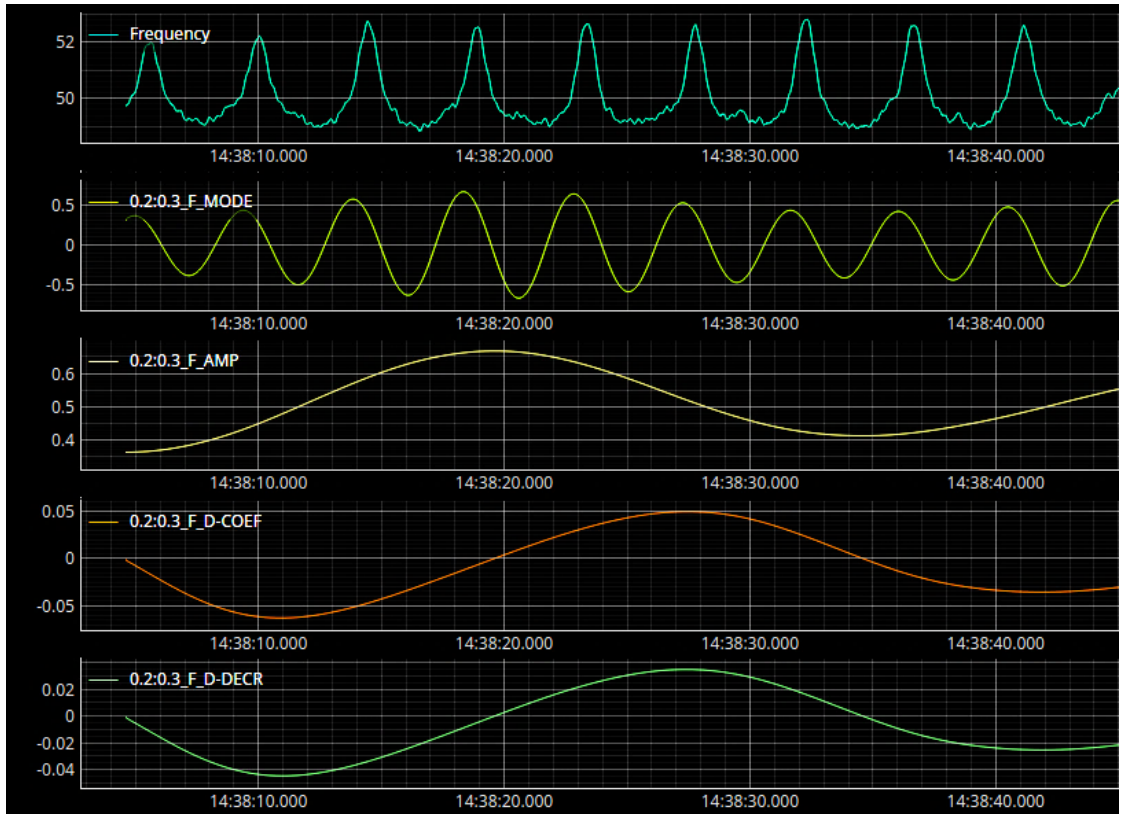
Частота колебаний

Наряду с реализацией традиционных подходов к демодуляции УМ-сигнала разработан алгоритм подсчёта частоты (pitch detection), более устойчивый к проявлениям нестационарности сигналов НЧК

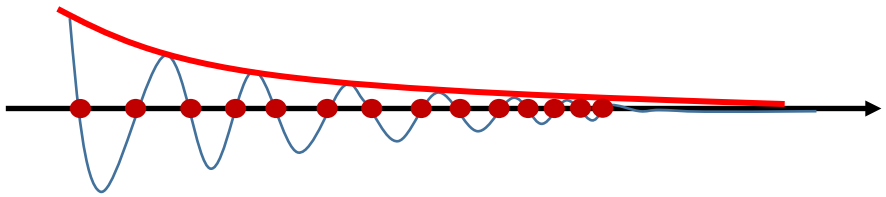


- Оценка частоты входит в выражение декремента затухания, который, в свою очередь, является индикатором развития опасных колебаний
- Это особенно важно на начальной стадии режима НЧК, характеризуемой сложным спектром сигналов

Демпфирование колебаний

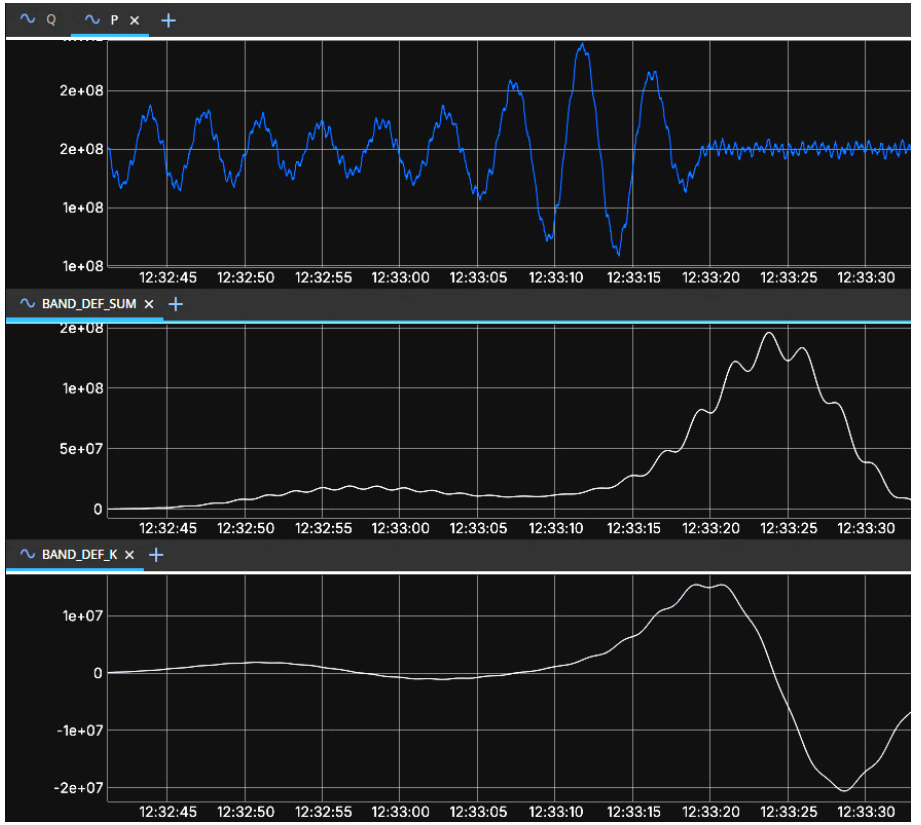


- Время $\boldsymbol{\tau}$ и коэффициент затухания $\boldsymbol{\alpha}$
  - прогнозирование развития НЧК
- Нормированный декремент затухания $\boldsymbol{K_d}$
  - учёт частоты колебаний, детектирование опасных режимов



Параметры диссипативной энергии

- Суммарный интеграл диссипативной энергии, DEF
- Интеграл диссипативной энергии по активной мощности, DEF_P и реактивной мощности, DEF_Q
- Коэффициент угла наклона линейной регрессии, K



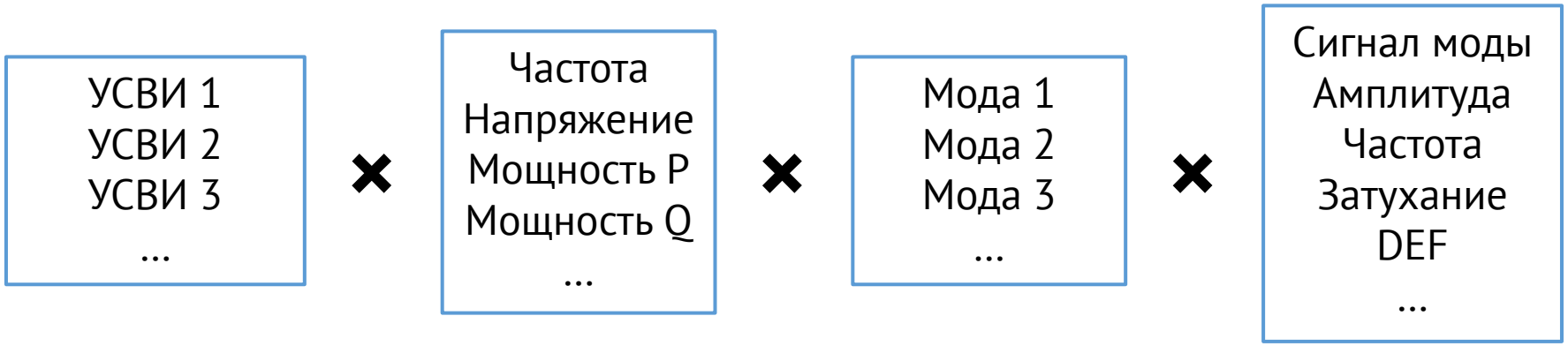
Дискретные индикаторы

- Признаки развития опасных колебательных режимов
  - Детектирование событий выполняется по абсолютному или относительному отклонению вычисляемых параметров от номинальных значений или тренда
  - При анализе событий учитывается гистерезис и выдержка времени
- Признаки источника колебаний
  - Метод DEF позволяет оценить роль (приёмник или источник колебаний) отдельного объекта в колебательном процессе

Настройка

- Базовая
  - Задание полос пропускания для фильтрации мод – значения остальных параметров подбираются автоматически
- Расширенная
  - Включение и отключение вычислительных блоков
  - Фильтры и их параметры (длины, уровни подавления гармоник и др.)
  - Сглаживающие окна
  - Интерполяция пропусков
  - Параметры выявления событий

Проблема объёма вторичных данных



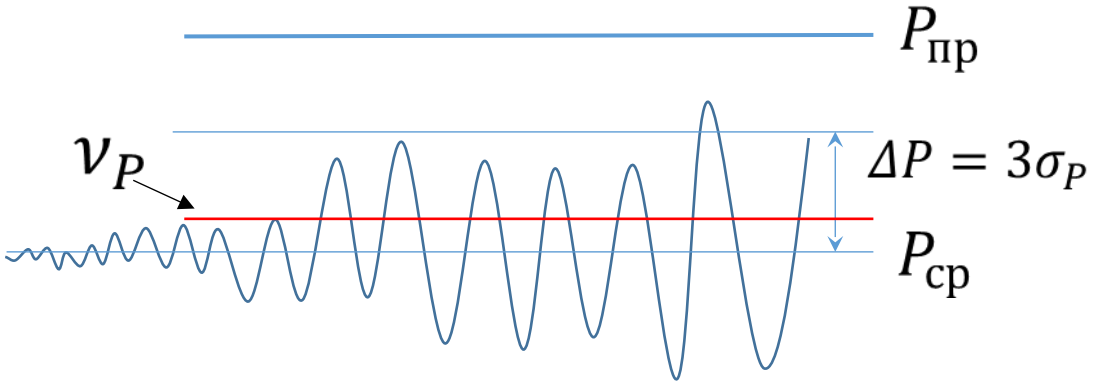
- Сжатие данных в архиве КСВД
- Раннее детектирование возмущений
  - Абсолютное и относительное отклонения
  - Среднеквадратическое отклонение (**σ**) на временном окне
  - Вариация (**σ/μ**) с учётом запасов устойчивости и зон нечувствительности

Выбор уставки для активной мощности

$$\nu_{\text{Р,крит}} = \frac{1}{3}\left(\frac{1 - K_P}{Lf_{\text{ср}}} - 1\right)$$

ν_P – **коэффициент вариации** на временном окне
K_P – коэффициент запаса статической устойчивости
$Lf_{\text{ср}}$ – средний коэффициент загрузки линии

$$\nu_P = k\nu_{\text{Р,крит}}, k < 1$$



Предусмотрен также **порог чувствительности,** обеспечивающий несрабатывание алгоритмов при малых токах, когда погрешность измерений может быть сопоставима с величиной колебаний.

Заключение

- Иерархическая структура СМПР позволяет распределить вычисления для решения прикладных задач
- Предлагаемый подход повышает осведомлённость на всех уровнях системы, в том числе непосредственно на уровне объекта
- Уровень объекта обеспечивает высокую доступность данных для вычислений в реальном времени с детерминированной задержкой
- Не исключает детальное исследование колебательного процесса на верхнем уровне в большем масштабе по исходным данным

Благодарю за внимание

ООО «Инженерный центр «Энергосервис»
Андрей Родионов



Устройство Запись Вид Помощь

Источник: **TCP 172.17.0.202:4713/1** Время: **2026-07-10 14:54:47:160 (Норма)** Дребезг: **0s** Активно: **00:22:24**

Фрейм | Графики | Вектора | Конфигурация

LFO/05200505

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.251
df/dt	1.805
U1	200156.000 ∠91.67°
I1	852.794 ∠55.08°
P	148769248.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.008
0.2:0.3_F_MODE	-0.382
0.2:0.3_F_POWER	0.047
0.2:0.3_F_AMP	0.382
0.2:0.3_F_PHASE	0.874
0.2:0.3_F_FREQ	0.228
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	150004224.000
0.2:0.3_P_MODE	-764453.438
0.2:0.3_P_POWER	185921208320.000
0.2:0.3_P_AMP	764685.250
0.2:0.3_P_PHASE	0.877
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05390205

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.537
df/dt	2.299
U1	199984.047 ∠91.93°
I1	101.904 ∠57.77°
P	17817504.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.002
0.2:0.3_F_MODE	-0.259
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.259
0.2:0.3_F_PHASE	0.842
0.2:0.3_F_FREQ	0.227
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.026
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	18000198.000
0.2:0.3_P_MODE	-90291.344
0.2:0.3_P_POWER	2689571584.000
0.2:0.3_P_AMP	90309.141
0.2:0.3_P_PHASE	0.872
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05240205

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.565
df/dt	1.980
U1	200102.703 ∠91.89°
I1	102.055 ∠57.84°
P	17820026.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.002
0.2:0.3_F_MODE	-0.261
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.261
0.2:0.3_F_PHASE	0.841
0.2:0.3_F_FREQ	0.227
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.037
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.026
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	18003026.000
0.2:0.3_P_MODE	-92182.930
0.2:0.3_P_POWER	2700577792.000
0.2:0.3_P_AMP	92214.641
0.2:0.3_P_PHASE	0.879
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05240105

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.492
df/dt	0.006
U1	199900.734 ∠92.09°
I1	102.036 ∠57.41°
P	17817062.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.001
0.2:0.3_F_MODE	-0.260
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.260
0.2:0.3_F_PHASE	0.844
0.2:0.3_F_FREQ	0.227
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.036
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.026
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	18000794.000
0.2:0.3_P_MODE	-91739.508
0.2:0.3_P_POWER	2695571968.000
0.2:0.3_P_AMP	91761.914
0.2:0.3_P_PHASE	0.875
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05010505

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.528
df/dt	-1.049
U1	199991.078 ∠91.78°
I1	102.061 ∠57.95°
P	18185474.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.015
0.2:0.3_F_MODE	-0.255
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.255
0.2:0.3_F_PHASE	0.823
0.2:0.3_F_FREQ	0.228
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	17999416.000
0.2:0.3_P_MODE	91634.453
0.2:0.3_P_POWER	2691575040.000
0.2:0.3_P_AMP	91668.641
0.2:0.3_P_PHASE	-2.262
0.2:0.3_P_FREQ	0.227
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05010605

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.435
df/dt	-1.310
U1	199971.016 ∠91.83°
I1	101.924 ∠57.92°
P	18202748.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.002
0.2:0.3_F_MODE	-0.254
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.255
0.2:0.3_F_PHASE	0.817
0.2:0.3_F_FREQ	0.228
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	17999190.000
0.2:0.3_P_MODE	91653.438
0.2:0.3_P_POWER	2688549376.000
0.2:0.3_P_AMP	91664.414
0.2:0.3_P_PHASE	-2.273
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/05240305

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

Frequency	49.539
df/dt	1.230
U1	200075.516 ∠91.97°
I1	101.816 ∠57.97°
P	18139712.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.001
0.2:0.3_F_MODE	-0.254
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.254
0.2:0.3_F_PHASE	0.821
0.2:0.3_F_FREQ	0.228
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.039
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	17999666.000
0.2:0.3_P_MODE	92291.695
0.2:0.3_P_POWER	2756819200.000
0.2:0.3_P_AMP	92461.492
0.2:0.3_P_PHASE	-2.348
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.228
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.043
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.030
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

LFO/06150206

Data error: No errors
PMU sync: Yes
Sorting: By timestamp
Trigger detected: No
Configuration change: No
Data modified: No
Time quality:
Unlocked time: Best
Trigger reason: Manual

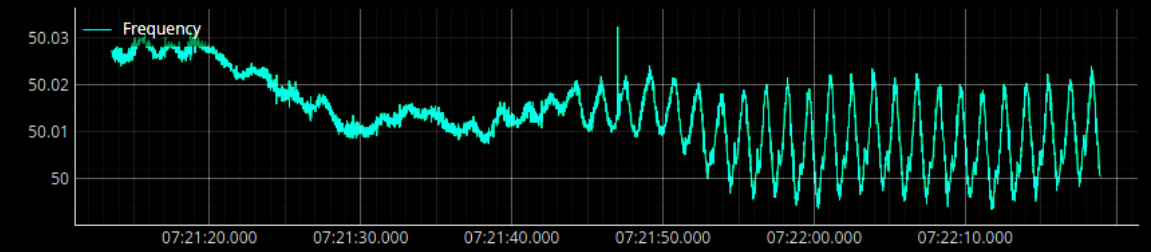
Frequency	49.480
df/dt	0.756
U1	199982.078 ∠91.83°
I1	102.130 ∠57.96°
P	18157466.000
Q	0.000
0.2:0.3_F_TREND	50.001
0.2:0.3_F_MODE	-0.255
0.2:0.3_F_POWER	0.021
0.2:0.3_F_AMP	0.255
0.2:0.3_F_PHASE	0.814
0.2:0.3_F_FREQ	0.228
0.2:0.3_F_PITCH	0.227
0.2:0.3_F_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_F_D-DECR	-0.026
0.2:0.3_F_D-TAU	600.000
0.2:0.3_F_TRIG	1.000
0.2:0.3_P_TREND	17999754.000
0.2:0.3_P_MODE	91873.359
0.2:0.3_P_POWER	2692814080.000
0.2:0.3_P_AMP	91898.914
0.2:0.3_P_PHASE	-2.265
0.2:0.3_P_FREQ	0.228
0.2:0.3_P_PITCH	0.227
0.2:0.3_P_D-COEF	-0.038
0.2:0.3_P_D-DECR	-0.027
0.2:0.3_P_D-TAU	600.000
0.2:0.3_P_TRIG	0.000
0.2:0.3_Q_TREND	0.000
0.2:0.3_Q_MODE	0.000
0.2:0.3_Q_POWER	0.000
0.2:0.3_Q_AMP	0.000
0.2:0.3_Q_PHASE	0.000
0.2:0.3_Q_FREQ	nan

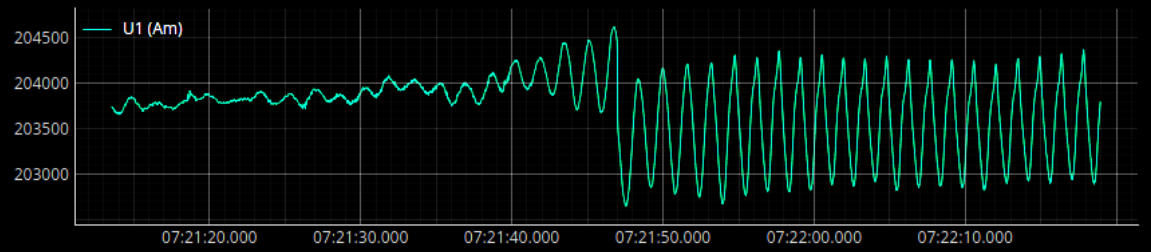
LFO/

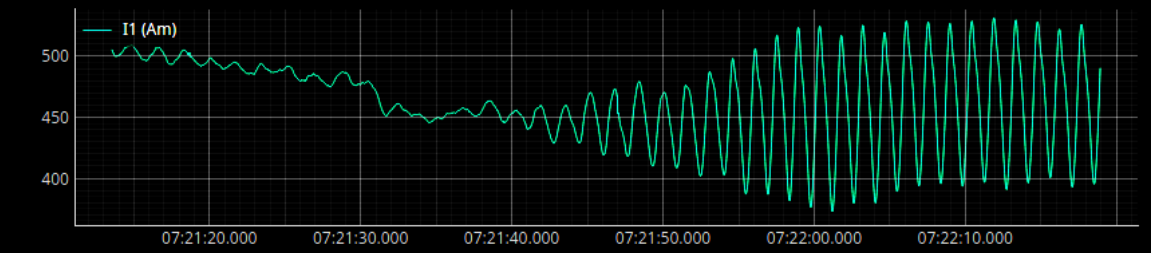
Data
PMU
Sort
Trig
Conf
Data
Time
Unlo
Trig

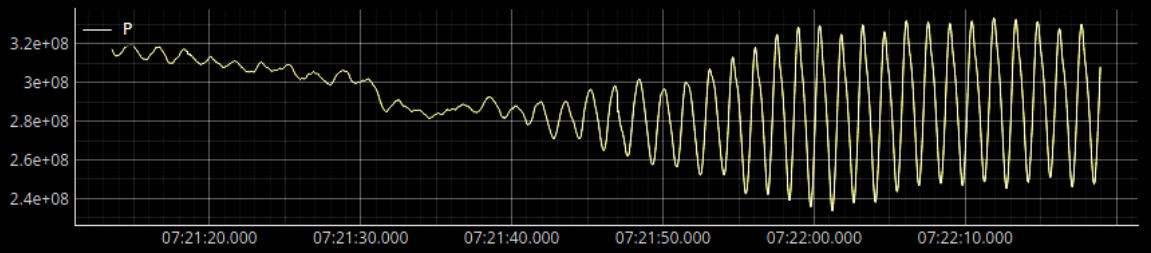
F	
0.2:0	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	
0.2:0	
0.2:0	
0.2:0	
0.2	

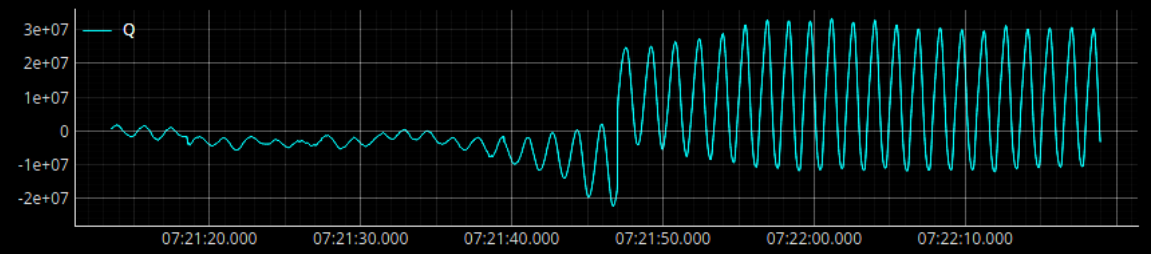
Соединение установлено

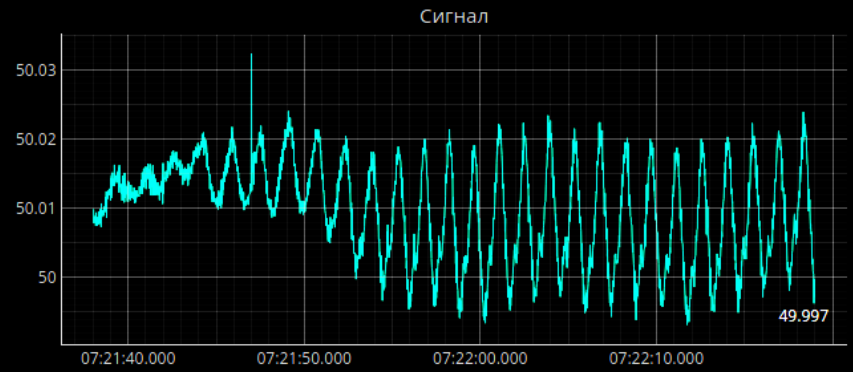

Frequency
50.03
50.02
50.01
50
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

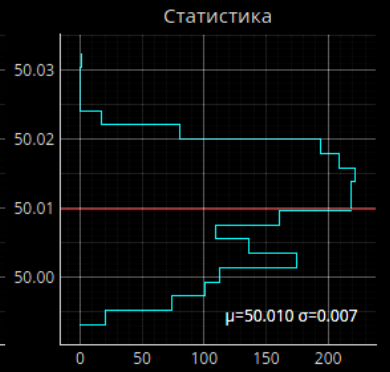

U1 (Am)
204500
204000
203500
203000
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

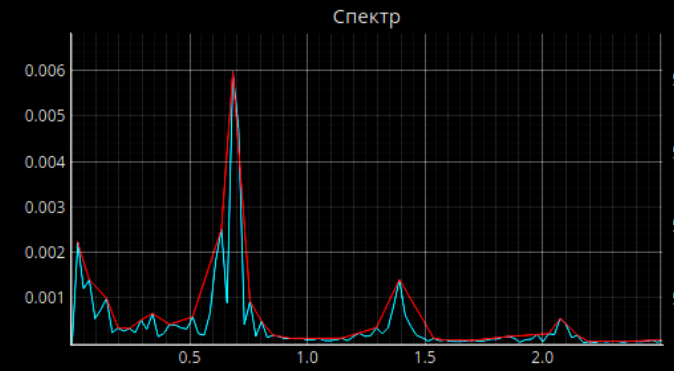

I1 (Am)
500
450
400
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

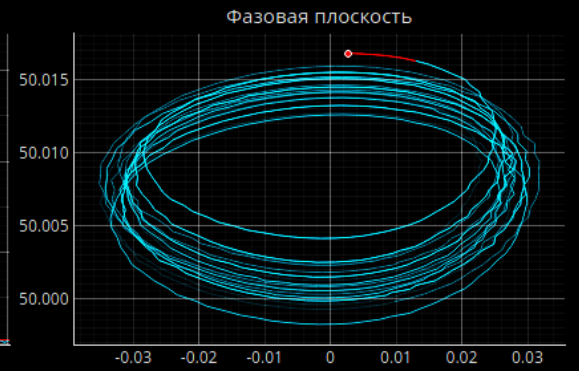

P
3.2e+08
3e+08
2.8e+08
2.6e+08
2.4e+08
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

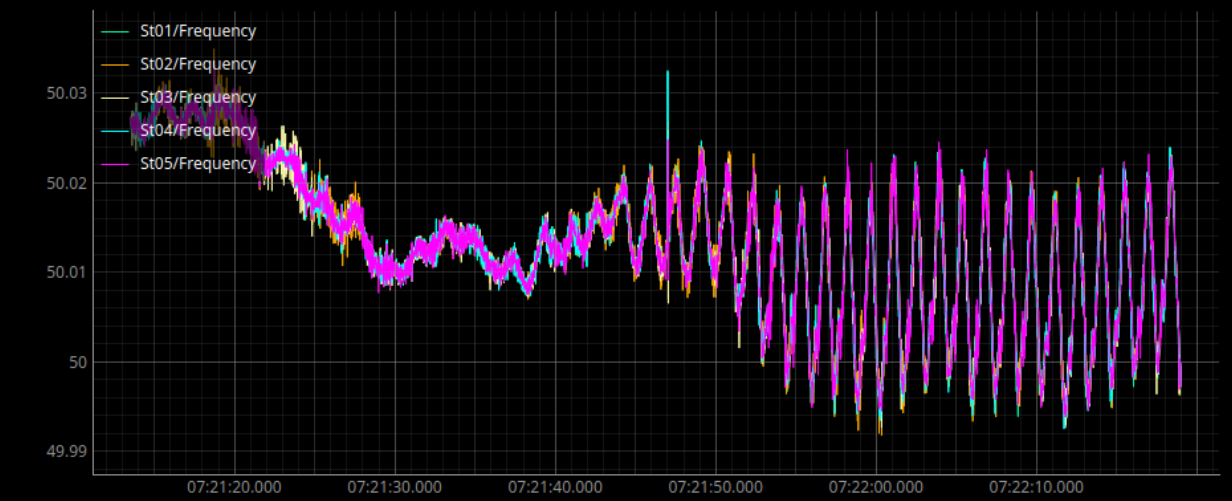

Q
3e+07
2e+07
1e+07
0
-1e+07
-2e+07
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

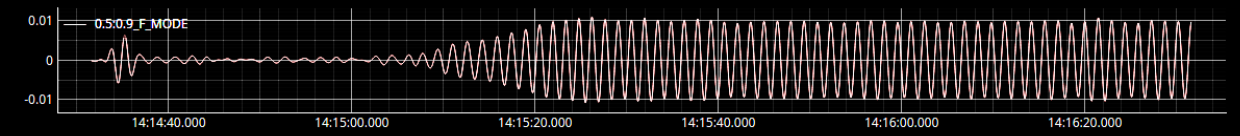

Сигнал
50.03
50.02
50.01
50
49.997
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

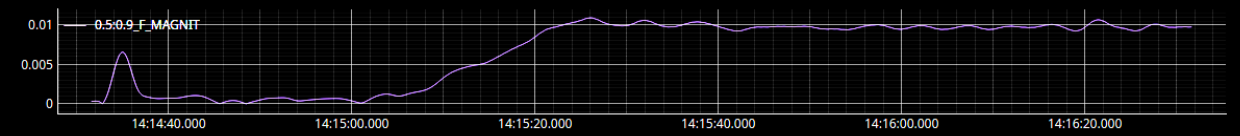

Статистика
50.03
50.02
50.01
50.00
μ=50.010 σ=0.007
0
50
100
150
200

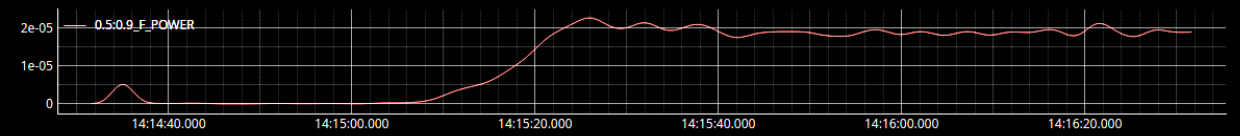

Спектр
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0.5
1.0
1.5
2.0

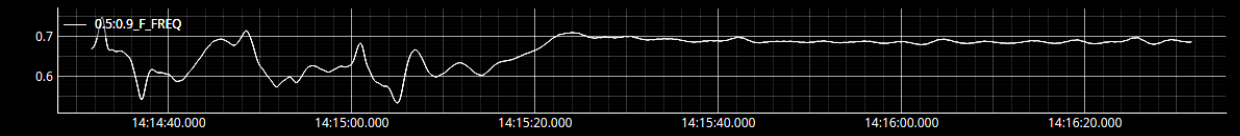

Фазовая плоскость
50.015
50.010
50.005
50.000
-0.03
-0.02
-0.01
0
0.01
0.02
0.03

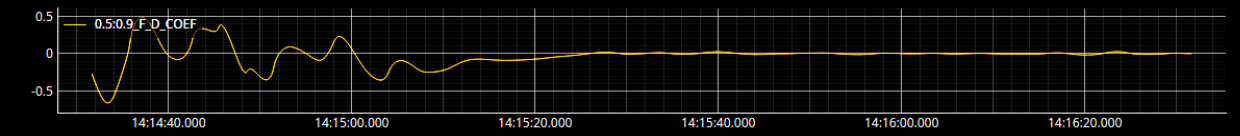

St01/Frequency
St02/Frequency
St03/Frequency
St04/Frequency
St05/Frequency
50.03
50.02
50.01
50
49.99
07:21:20.000
07:21:30.000
07:21:40.000
07:21:50.000
07:22:00.000
07:22:10.000

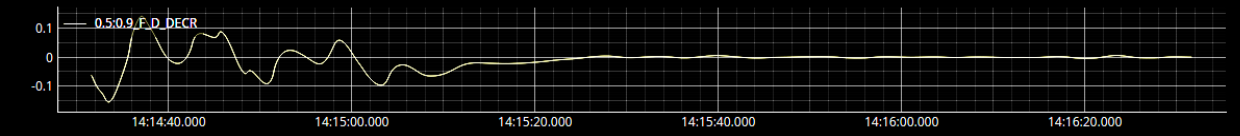

0.5:0.9_F_MODE
0.01
0
-0.01
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

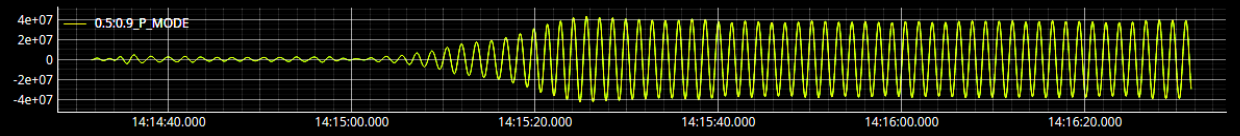

0.5:0.9_F_MAGNIT
0.01
0.005
0
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

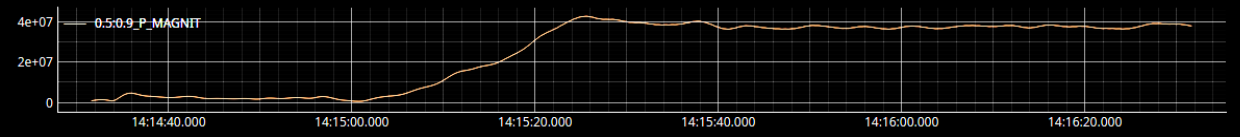

0.5:0.9_F_POWER
2e-05
1e-05
0
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

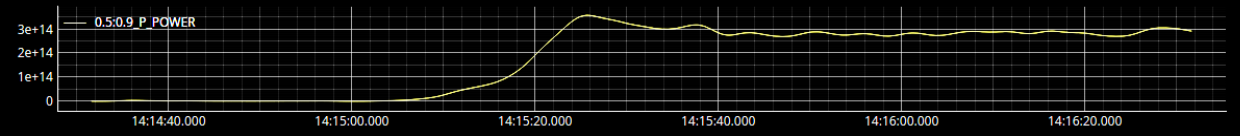

0.5:0.9_F_FREQ
0.7
0.6
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

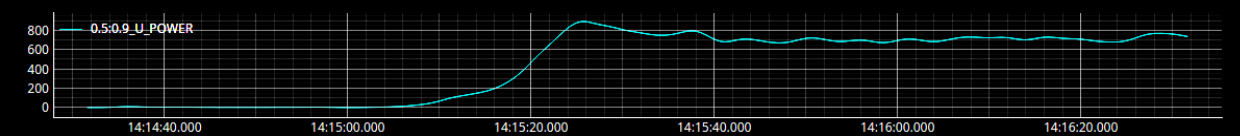

0.5:0.9_F_D_COEF
0.5
0
-0.5
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

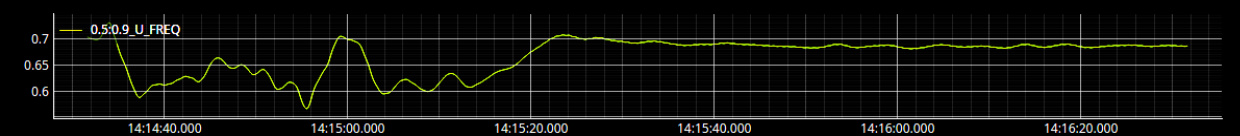

0.5:0.9_F_D_DECR
0.1
0
-0.1
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

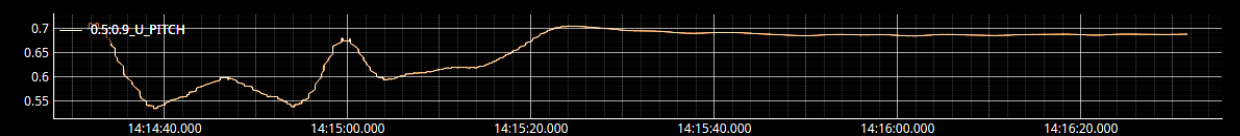

0.5:0.9_P_MODE
4e+07
2e+07
0
-2e+07
-4e+07
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

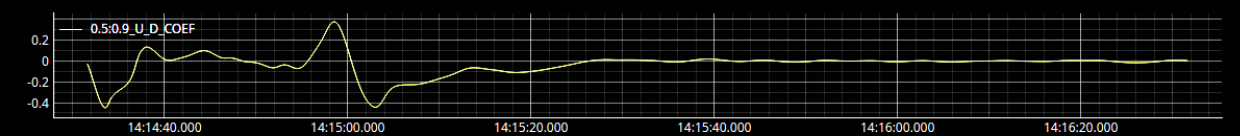

0.5:0.9_P_MAGNIT
4e+07
2e+07
0
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

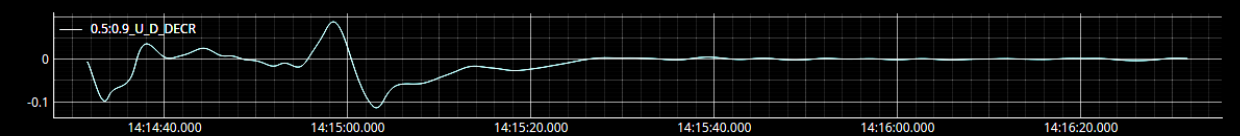

0.5:0.9_P_POWER
3e+14
2e+14
1e+14
0
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

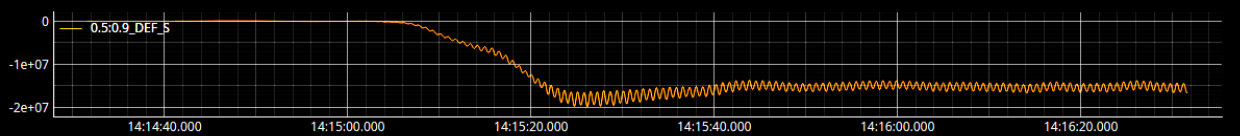

0.5:0.9_U_POWER
800
600
400
200
0
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

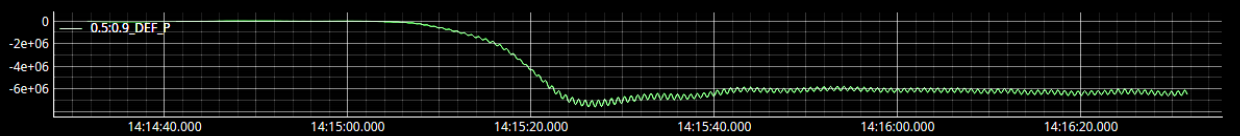

0.5:0.9_U_FREQ
0.7
0.65
0.6
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

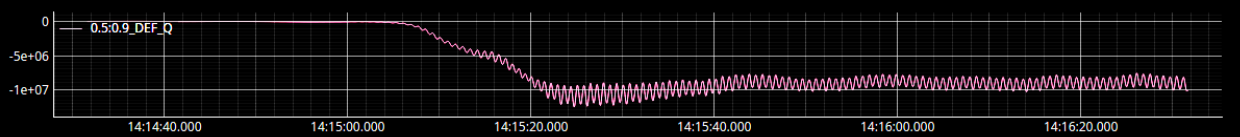

0.5:0.9_U_PITCH
0.7
0.65
0.6
0.55
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

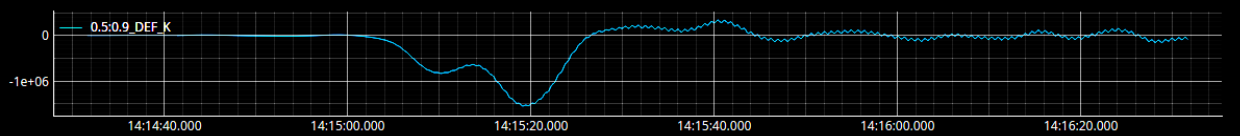

0.5:0.9_U_D_COEF
0.2
0
-0.2
-0.4
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000


0.5:0.9_U_D_DECR
0
-0.1
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

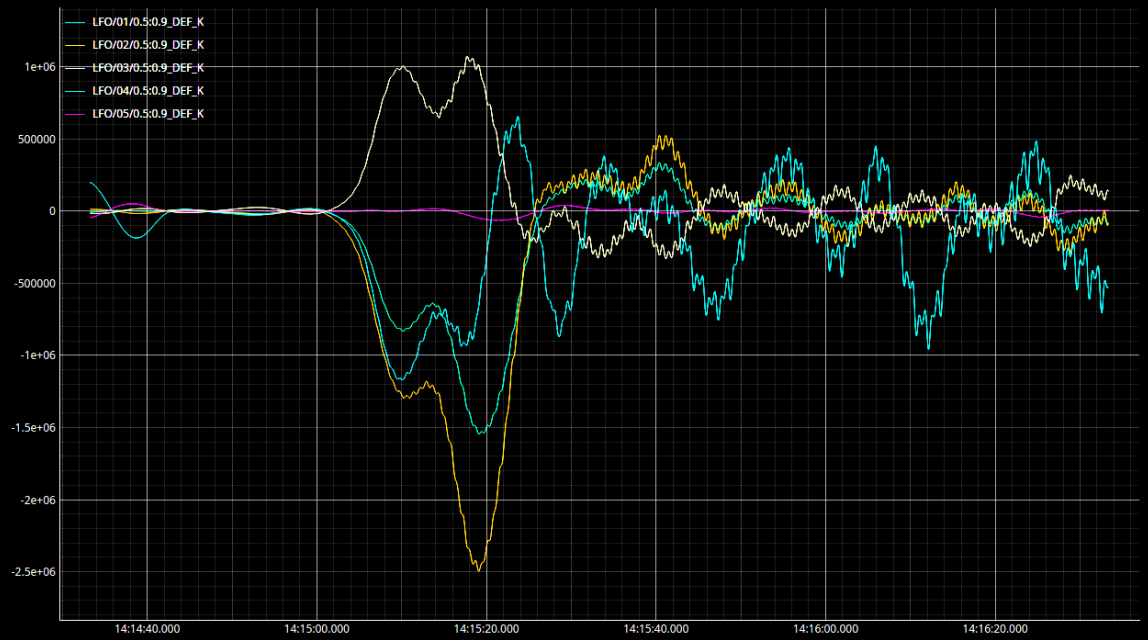

0.5:0.9_DEF_S
0
-1e+07
-2e+07
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

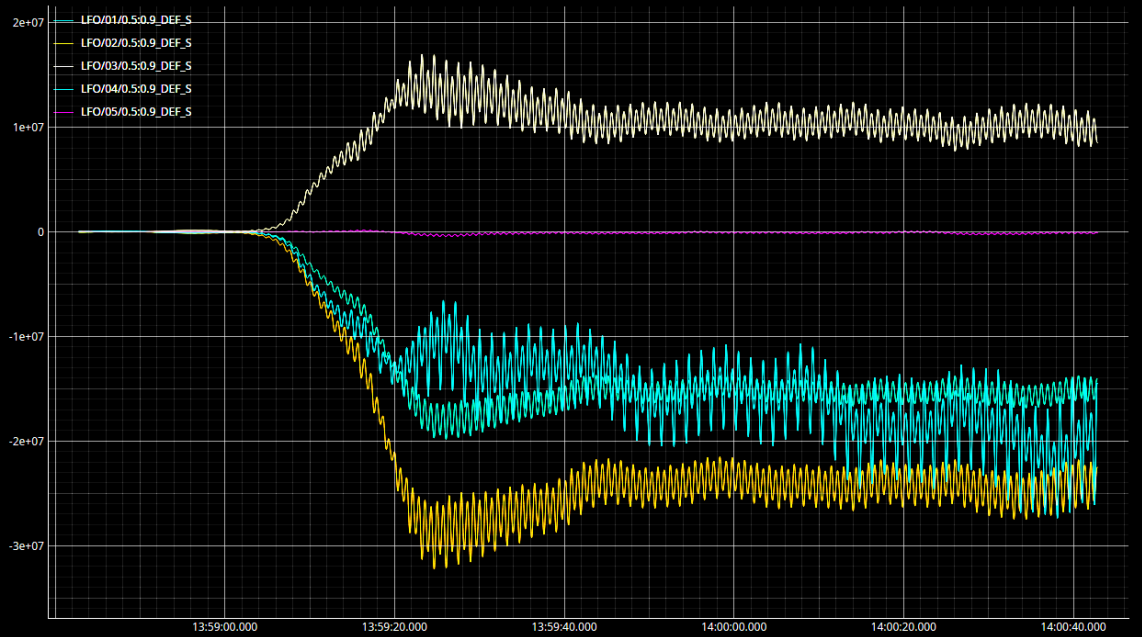

0.5:0.9_DEF_P
0
-2e+06
-4e+06
-6e+06
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

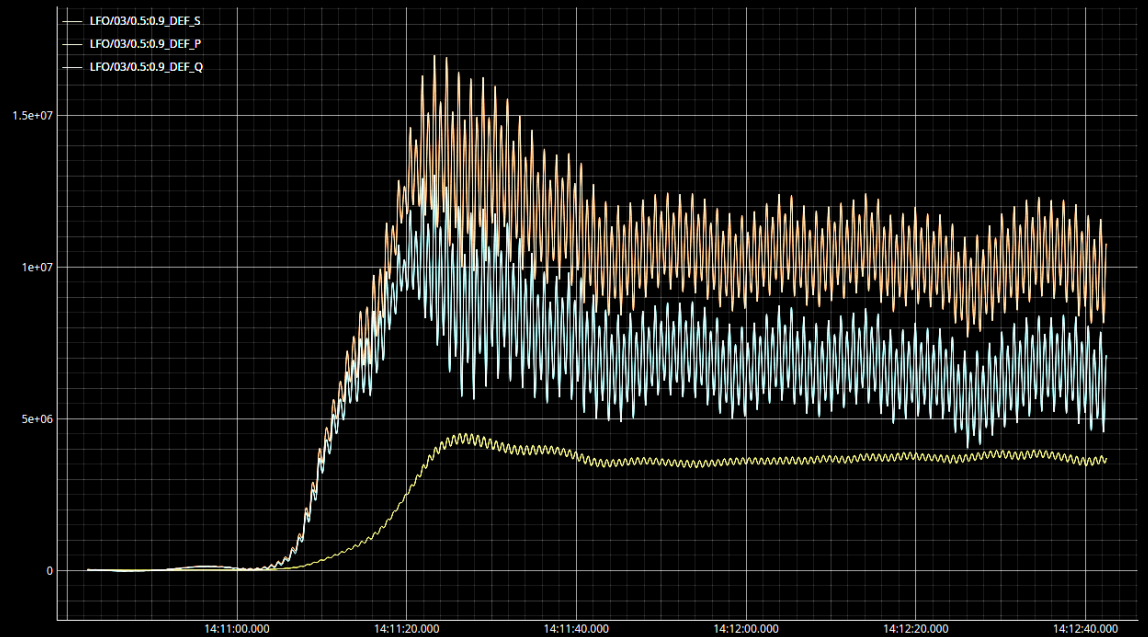

0.5:0.9_DEF_Q
0
-5e+06
-1e+07
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000

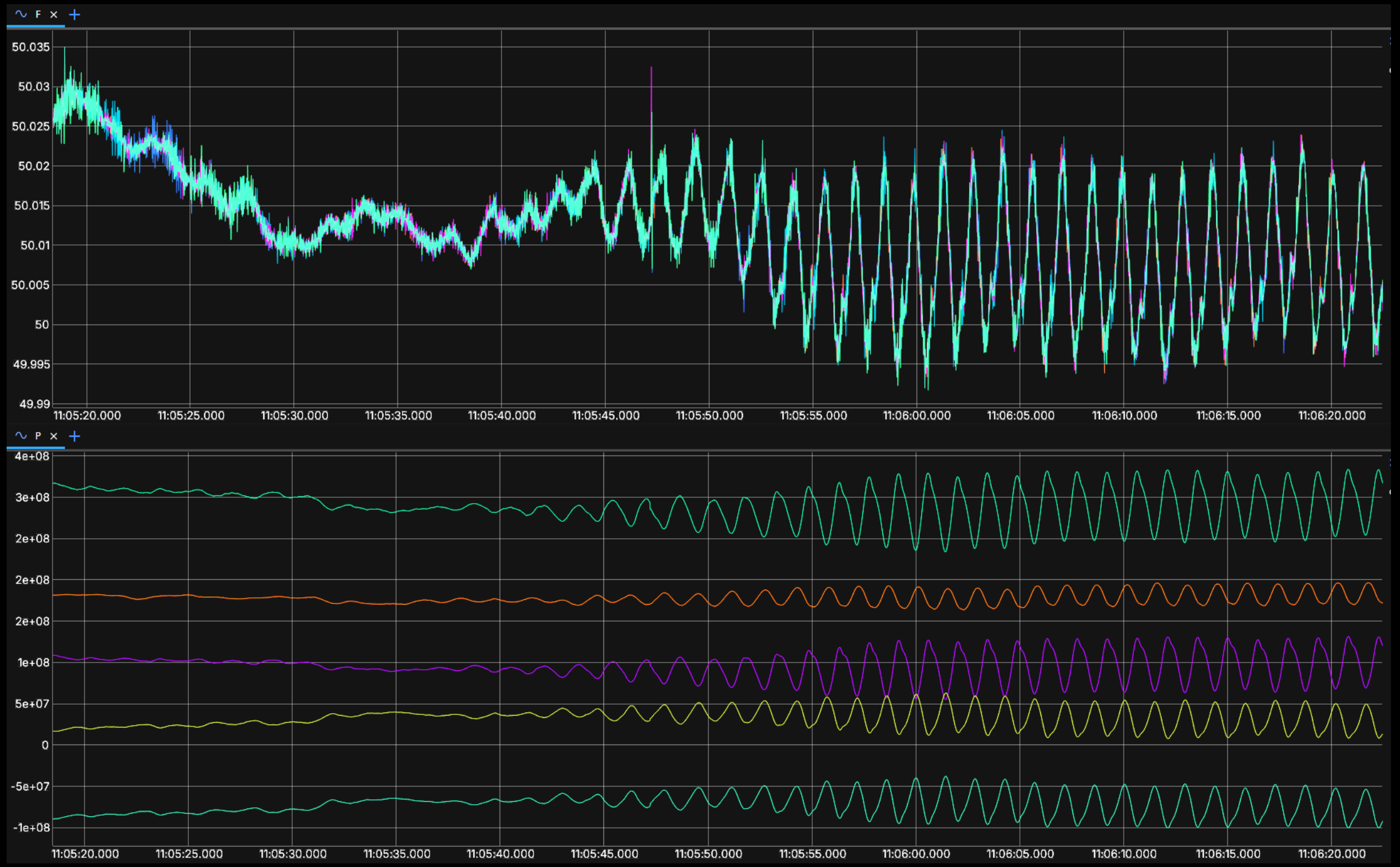

0.5:0.9_DEF_K
0
-1e+06
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000


LFO/01/0.5:0.9_F_MODE
LFO/01/0.5:0.9_F_MAGNIT
LFO/01/0.2:0.3_F_MODE
LFO/01/0.2:0.3_F_MAGNIT
0.01
0.005
0
-0.005
-0.01
14:06:40.000
14:07:00.000
14:07:20.000
14:07:40.000
14:08:00.000
14:08:20.000


LFO/01/0.5:0.9_DEF_K
LFO/02/0.5:0.9_DEF_K
LFO/03/0.5:0.9_DEF_K
LFO/04/0.5:0.9_DEF_K
LFO/05/0.5:0.9_DEF_K
1e+06
500000
0
-500000
-1e+06
-1.5e+06
-2e+06
-2.5e+06
14:14:40.000
14:15:00.000
14:15:20.000
14:15:40.000
14:16:00.000
14:16:20.000


LFO/01/0.5:0.9_DEF_S
LFO/02/0.5:0.9_DEF_S
LFO/03/0.5:0.9_DEF_S
LFO/04/0.5:0.9_DEF_S
LFO/05/0.5:0.9_DEF_S
2e+07
1e+07
0
-1e+07
-2e+07
-3e+07
13:59:00.000
13:59:20.000
13:59:40.000
14:00:00.000
14:00:20.000
14:00:40.000


LFO/03/0.5:0.9_DEF_S
LFO/03/0.5:0.9_DEF_P
LFO/03/0.5:0.9_DEF_Q
1.5e+07
1e+07
5e+06
0
14:11:00.000
14:11:20.000
14:11:40.000
14:12:00.000
14:12:20.000
14:12:40.000

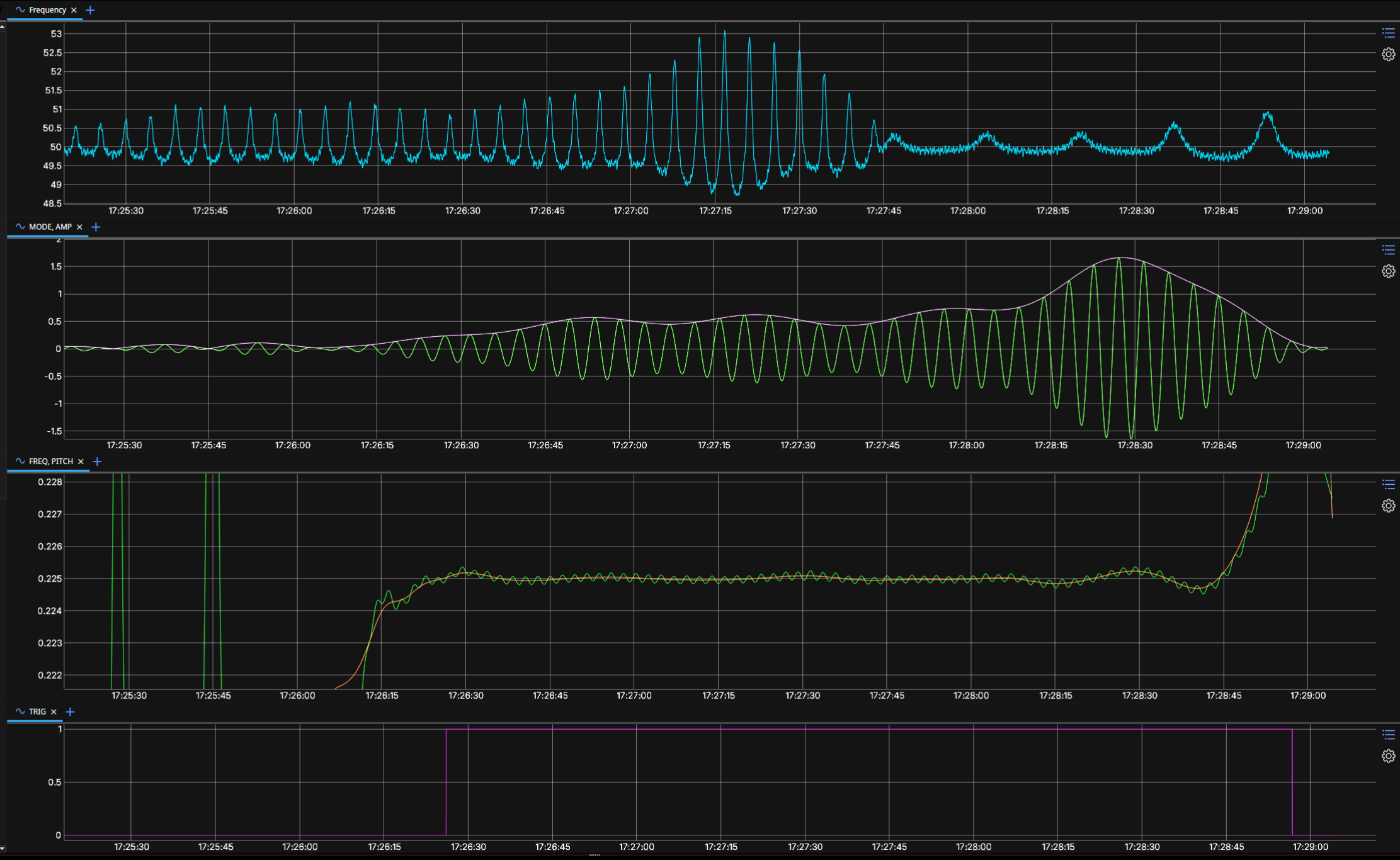

F
50.035
50.03
50.025
50.02
50.015
50.01
50.005
50
49.995
49.99
11:05:20.000
11:05:25.000
11:05:30.000
11:05:35.000
11:05:40.000
11:05:45.000
11:05:50.000
11:05:55.000
11:06:00.000
11:06:05.000
11:06:10.000
11:06:15.000
11:06:20.000
P
4e+08
3e+08
2e+08
2e+08
2e+08
1e+08
5e+07
0
-5e+07
-1e+08
11:05:20.000
11:05:25.000
11:05:30.000
11:05:35.000
11:05:40.000
11:05:45.000
11:05:50.000
11:05:55.000
11:06:00.000
11:06:05.000
11:06:10.000
11:06:15.000
11:06:20.000


LFO/05200505/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05390205/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05240205/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05240105/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05010505/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05010605/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05240305/0.2:0.3_F_AMP
LFO/06150206/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05390305/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05060105/0.2:0.3_F_AMP
LFO/06150306/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05310405/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05010105/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05230305/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05090305/0.2:0.3_F_AMP
LFO/05200505/0.2:0.3_F_MODE
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
14:43:00.000
14:43:10.000
14:43:20.000
14:43:30.000
14:43:40.000
14:43:50.000

Файл Правка Онлайн Справка

Устройства

Название	Информация
PDC LFO	172.17.0.202:4713
LFO/05200505	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
P	
Q	
0.2:0.3_F_TREND	
0.2:0.3_F_MODE	
0.2:0.3_F_POWER	
0.2:0.3_F_AMP	
0.2:0.3_F_PHASE	
0.2:0.3_F_FREQ	
0.2:0.3_F_PITCH	
0.2:0.3_F_D-COEF	
0.2:0.3_F_D-DECR	
0.2:0.3_F_D-TAU	
0.2:0.3_F_TRIG	
0.2:0.3_P_TREND	
0.2:0.3_P_MODE	
0.2:0.3_P_POWER	
0.2:0.3_P_AMP	
0.2:0.3_P_PHASE	
0.2:0.3_P_FREQ	
0.2:0.3_P_PITCH	
0.2:0.3_P_D-COEF	
0.2:0.3_P_D-DECR	
0.2:0.3_P_D-TAU	
0.2:0.3_P_TRIG	
0.2:0.3_Q_TREND	
0.2:0.3_Q_MODE	
0.2:0.3_Q_POWER	
0.2:0.3_Q_AMP	
0.2:0.3_Q_PHASE	
0.2:0.3_Q_FREQ	
0.2:0.3_Q_PITCH	
0.2:0.3_Q_D-COEF	
0.2:0.3_Q_D-DECR	
0.2:0.3_Q_D-TAU	
0.2:0.3_Q_TRIG	
0.2:0.3_U_TREND	
0.2:0.3_U_MODE	
0.2:0.3_U_POWER	
0.2:0.3_U_AMP	
0.2:0.3_U_PHASE	
0.2:0.3_U_FREQ	
0.2:0.3_U_PITCH	
0.2:0.3_U_D-COEF	
0.2:0.3_U_D-DECR	
0.2:0.3_U_D-TAU	
0.2:0.3_U_TRIG	
0.2:0.3_DEF_S	
0.2:0.3_DEF_P	
0.2:0.3_DEF_Q	
0.2:0.3_DEF_K	
0.5:0.6_F_TREND	
0.5:0.6_F_MODE	
0.5:0.6_F_POWER	
0.5:0.6_F_AMP	
0.5:0.6_F_PHASE	
0.5:0.6_F_FREQ	
0.5:0.6_F_PITCH	
0.5:0.6_F_D-COEF	
0.5:0.6_F_D-DECR	
0.5:0.6_F_D-TAU	
0.5:0.6_F_TRIG	
0.5:0.6_P_TREND	
0.5:0.6_P_MODE	
0.5:0.6_P_POWER	

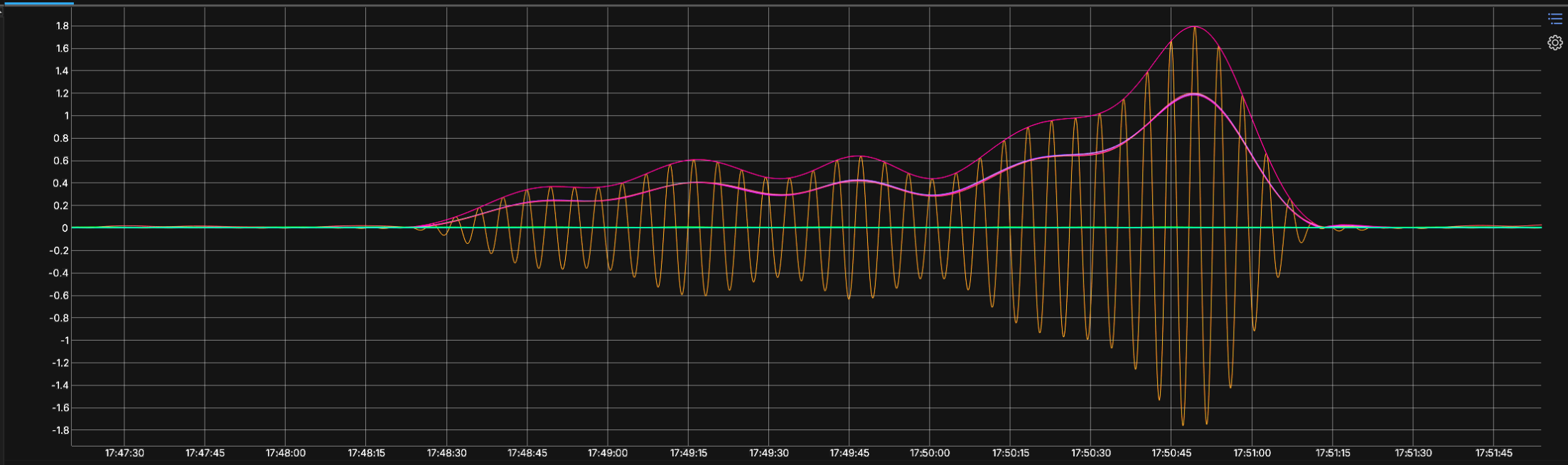


Файл Правка Онлайн Справка

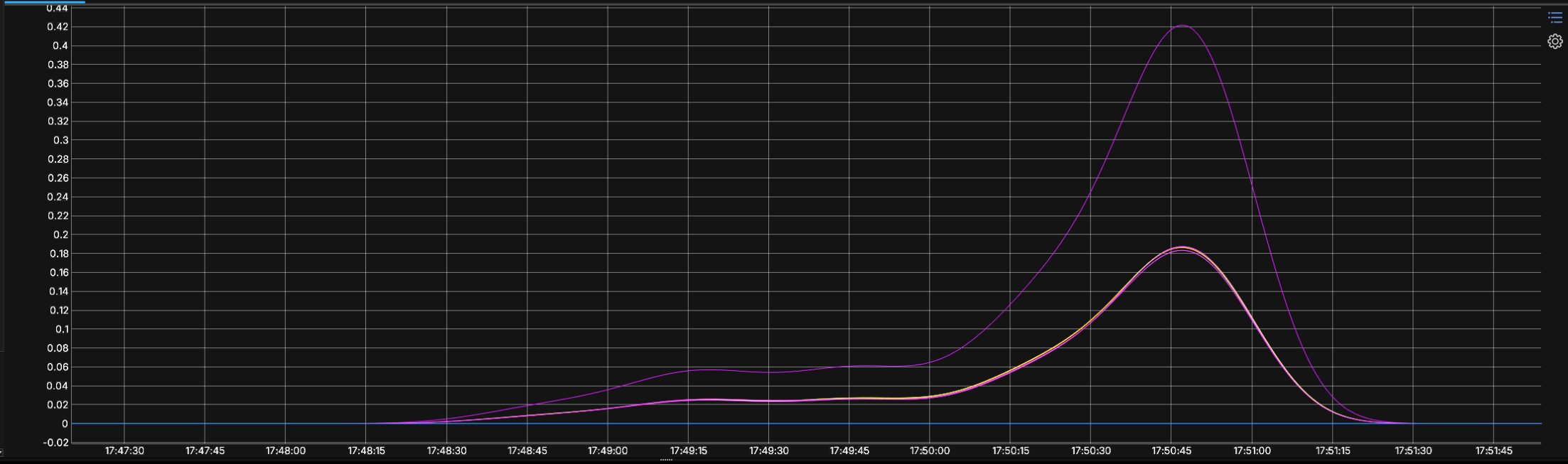
Устройства

Название	Информация
PDC LFO	172.17.0.202:4713
LFO/05200505	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05390205	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05240205	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05240105	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05010505	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05010605	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05240305	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/06150206	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05390305	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05060105	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/06150306	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05310405	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05010105	No Errors | Sync
Phasor	
Analog	
Frequency	
Dfreq	
LFO/05230305	No Errors | Sync
Phasor	

F_AMP



F_POWER

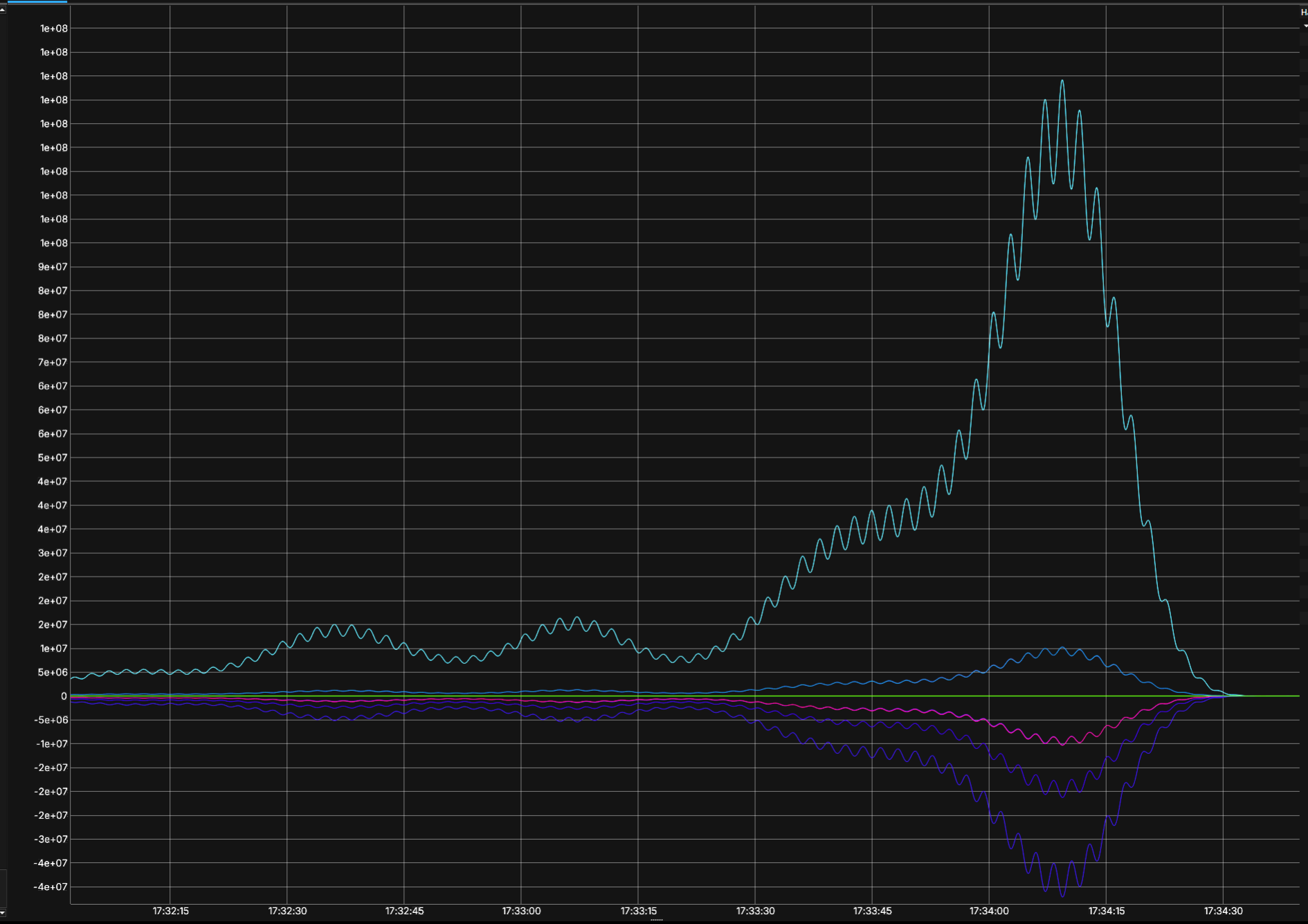


Файл Правка Онлайн Справка

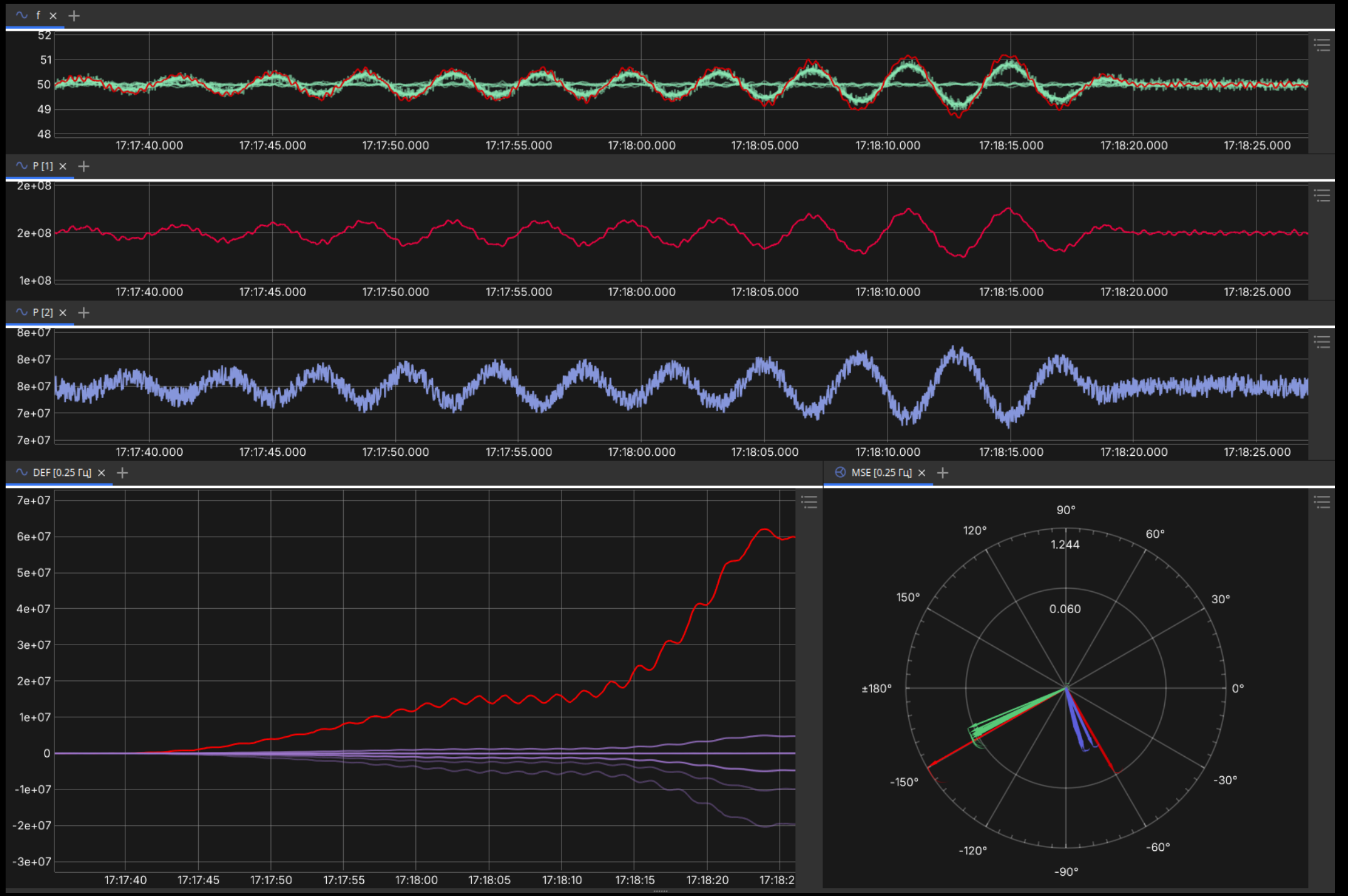
Устройства

DEF

Название	Информация
0.2:0.3_Q_D-DECR	
0.2:0.3_Q_D-TAU	
0.2:0.3_Q_TRIG	
0.2:0.3_U_TREND	
0.2:0.3_U_MODE	
0.2:0.3_U_POWER	
0.2:0.3_U_AMP	
0.2:0.3_U_PHASE	
0.2:0.3_U_FREQ	
0.2:0.3_U_PITCH	
0.2:0.3_U_D-COEF	
0.2:0.3_U_D-DECR	
0.2:0.3_U_D-TAU	
0.2:0.3_U_TRIG	
0.2:0.3_DEF_S	
0.2:0.3_DEF_P	
0.2:0.3_DEF_Q	
0.2:0.3_DEF_K	
0.5:0.6_F_TREND	
0.5:0.6_F_MODE	
0.5:0.6_F_POWER	
0.5:0.6_F_AMP	
0.5:0.6_F_PHASE	
0.5:0.6_F_FREQ	
0.5:0.6_F_PITCH	
0.5:0.6_F_D-COEF	
0.5:0.6_F_D-DECR	
0.5:0.6_F_D-TAU	
0.5:0.6_F_TRIG	
0.5:0.6_P_TREND	
0.5:0.6_P_MODE	
0.5:0.6_P_POWER	
0.5:0.6_P_AMP	
0.5:0.6_P_PHASE	
0.5:0.6_P_FREQ	
0.5:0.6_P_PITCH	
0.5:0.6_P_D-COEF	
0.5:0.6_P_D-DECR	
0.5:0.6_P_D-TAU	
0.5:0.6_P_TRIG	
0.5:0.6_Q_TREND	
0.5:0.6_Q_MODE	
0.5:0.6_Q_POWER	
0.5:0.6_Q_AMP	
0.5:0.6_Q_PHASE	
0.5:0.6_Q_FREQ	
0.5:0.6_Q_PITCH	
0.5:0.6_Q_D-COEF	
0.5:0.6_Q_D-DECR	
0.5:0.6_Q_D-TAU	
0.5:0.6_Q_TRIG	
0.5:0.6_U_TREND	
0.5:0.6_U_MODE	
0.5:0.6_U_POWER	
0.5:0.6_U_AMP	
0.5:0.6_U_PHASE	
0.5:0.6_U_FREQ	
0.5:0.6_U_PITCH	
0.5:0.6_U_D-COEF	
0.5:0.6_U_D-DECR	
0.5:0.6_U_D-TAU	
0.5:0.6_U_TRIG	
0.5:0.6_DEF_S	
0.5:0.6_DEF_P	
0.5:0.6_DEF_Q	
0.5:0.6_DEF_K	
Frequency	
Dfreq	



Название	Информация
PDC LFO	172.17.0.202:4713
LFO/05200505	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05390205	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05240205	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05240105	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05010505	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05010605	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05240305	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/06150206	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05390305	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05060105	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/06150306	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05310405	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05010105	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05230305	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	
LFO/05090305	No Errors | Sync
Analog	
0.5:0.6_DEF_S	


f
52
51
50
49
48
17:17:40.000
17:17:45.000
17:17:50.000
17:17:55.000
17:18:00.000
17:18:05.000
17:18:10.000
17:18:15.000
17:18:20.000
17:18:25.000
P [1]
2e+08
2e+08
1e+08
P [2]
8e+07
8e+07
8e+07
7e+07
7e+07
DEF [0.25 Гц]
7e+07
6e+07
5e+07
4e+07
3e+07
2e+07
1e+07
0
-1e+07
-2e+07
-3e+07
17:17:40
17:17:45
17:17:50
17:17:55
17:18:00
17:18:05
17:18:10
17:18:15
17:18:20
MSE [0.25 Гц]
90°
120°
60°
1.244
150°
30°
0.060
±180°
0°
-150°
-30°
-120°
-60°
-90°